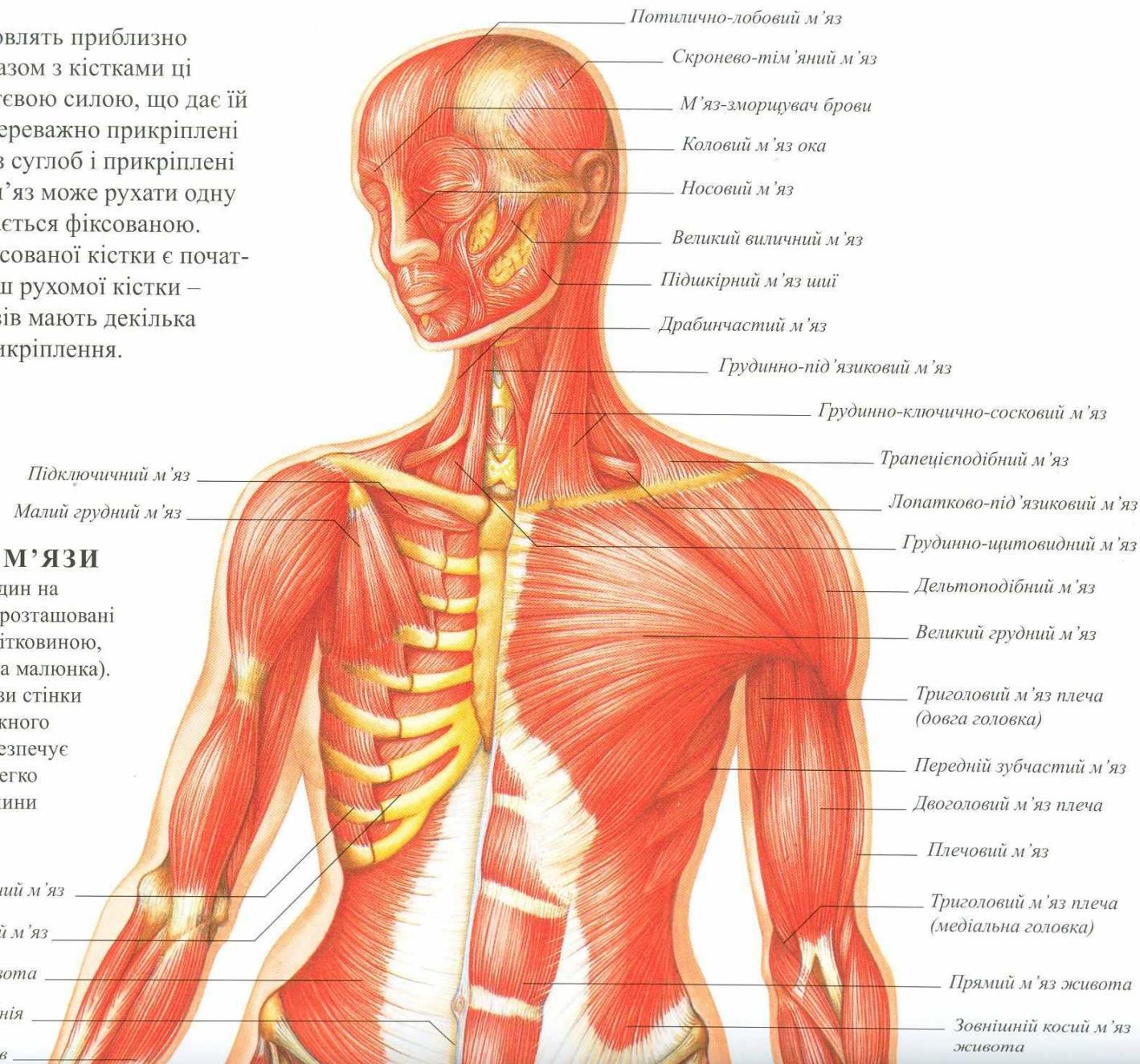
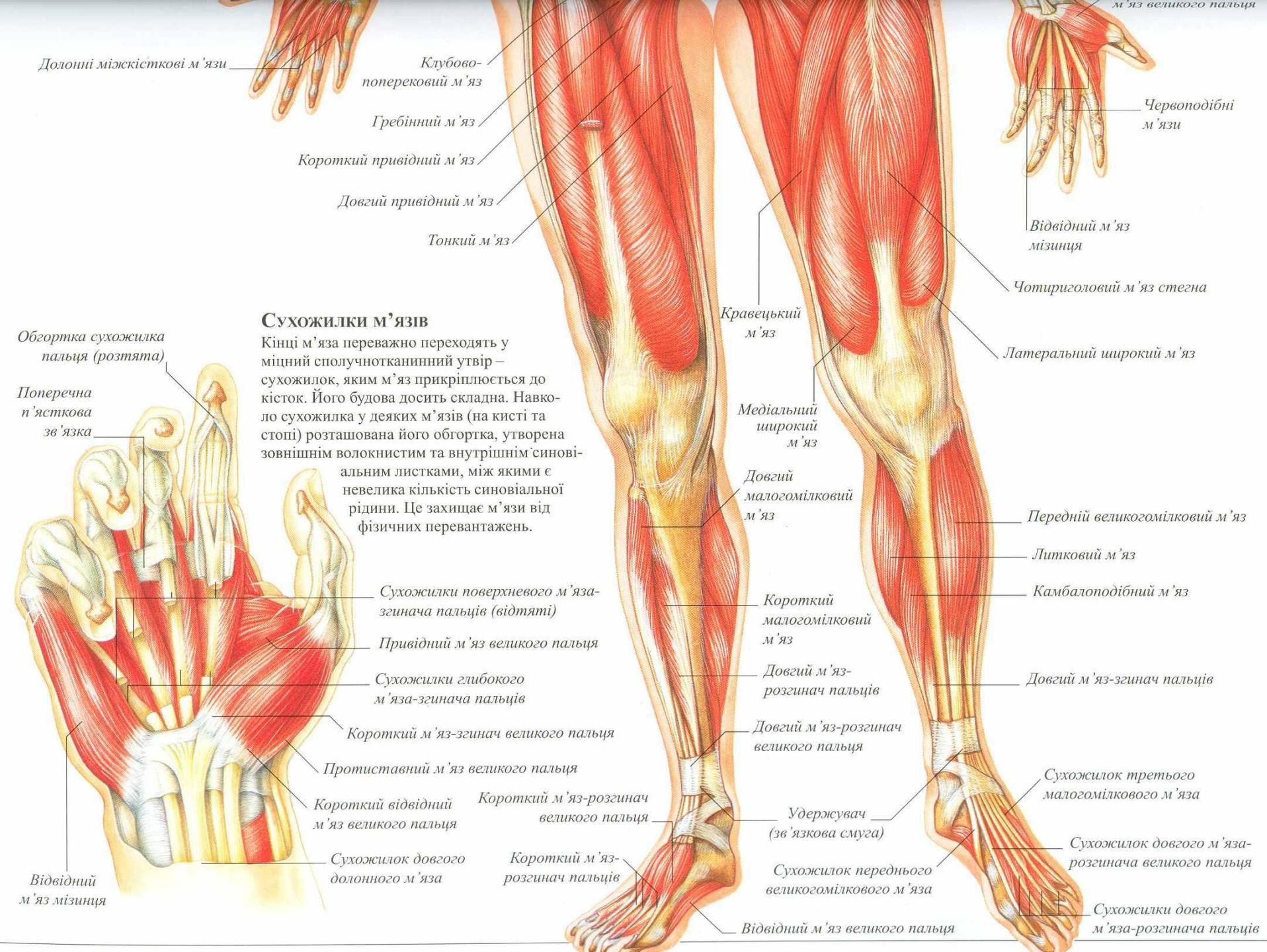


# М'язи I

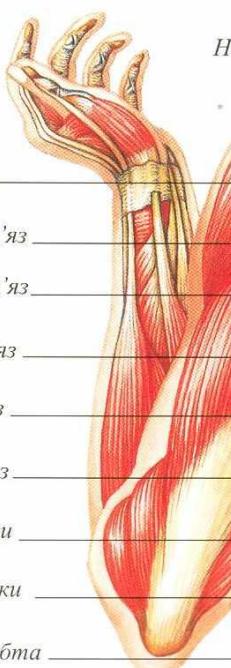
Понад 600 скелетних м'язів становлять приблизно половину маси людського тіла. Разом з кістками ці м'язи забезпечують людину життєвою силою, що дає їй змогу рухатись. Скелетні м'язи переважно прикріплені до однієї кістки, перекинуті через суглоб і прикріплені до іншої кістки. Скорочуючись, м'яз може рухати одну кістку, тоді як інша кістка залишається фіксованою. Прикріплення м'яза до більш фіксованої кістки є початком його прикріплення, а до більш рухомої кістки – кінцем прикріплення. Багато м'язів мають декілька точок початкового і кінцевого прикріплення.





# М'язи II

М'язи різняться своїм зовнішнім виглядом: від масивних трикутників верхньої частини спини до тонких канатиків кисті. Форма м'яза визначає силу, з якою він скорочується, а отже, його специфічні функції. Найсильніші м'язи розміщені вздовж хребта; вони підтримують поставу і забезпечують піднімання і штовхання вантажів. Найменшим є стремінцевий м'яз усередині вуха.



Малий ромбоподібний м'яз

Великий ромбоподібний м'яз

Малий круглий м'яз

Підостовий м'яз

Великий круглий м'яз

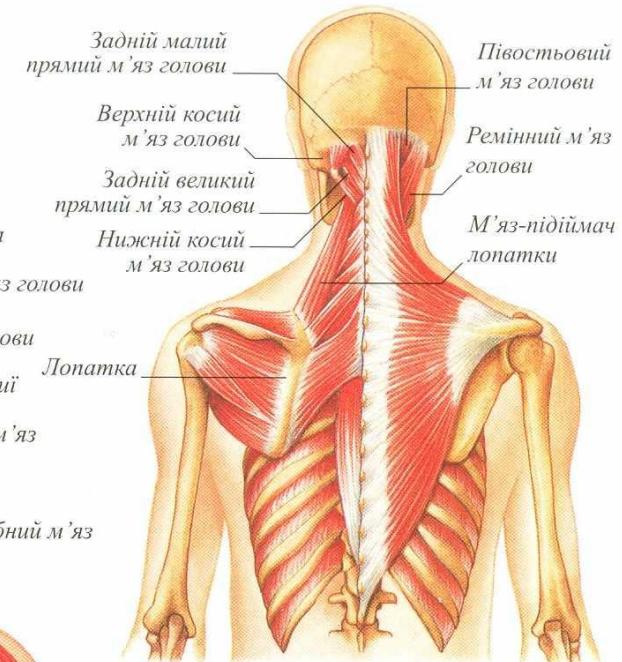
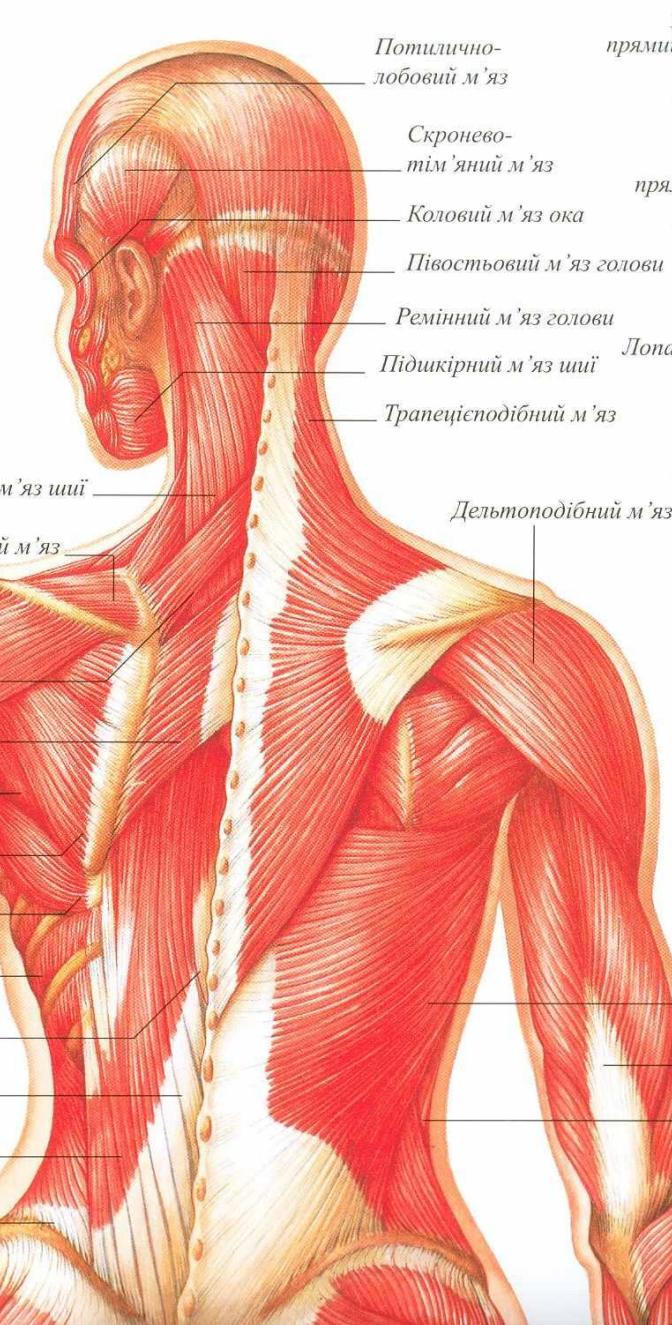
Зовнішній міжреберний м'яз

Остновий м'яз грудної клітки

Найдовший м'яз грудної клітки

М'яз-випрямляч хребта

Внутрішній косий м'яз живота



## М'язи шиї та спини

М'язи шиї і верхньої частини спини забезпечують сильні та складні рухи. М'язи ділянки шиї підтримують голову у вертикальному положенні. М'язи верхньої частини спини, що прикріплені до крилоподібної лопатки, стабілізують плечовий суглоб – найрухливіший суглоб у тілі.

Найшириший м'яз спини

Триголовий м'яз плеча

Зовнішній косий м'яз живота

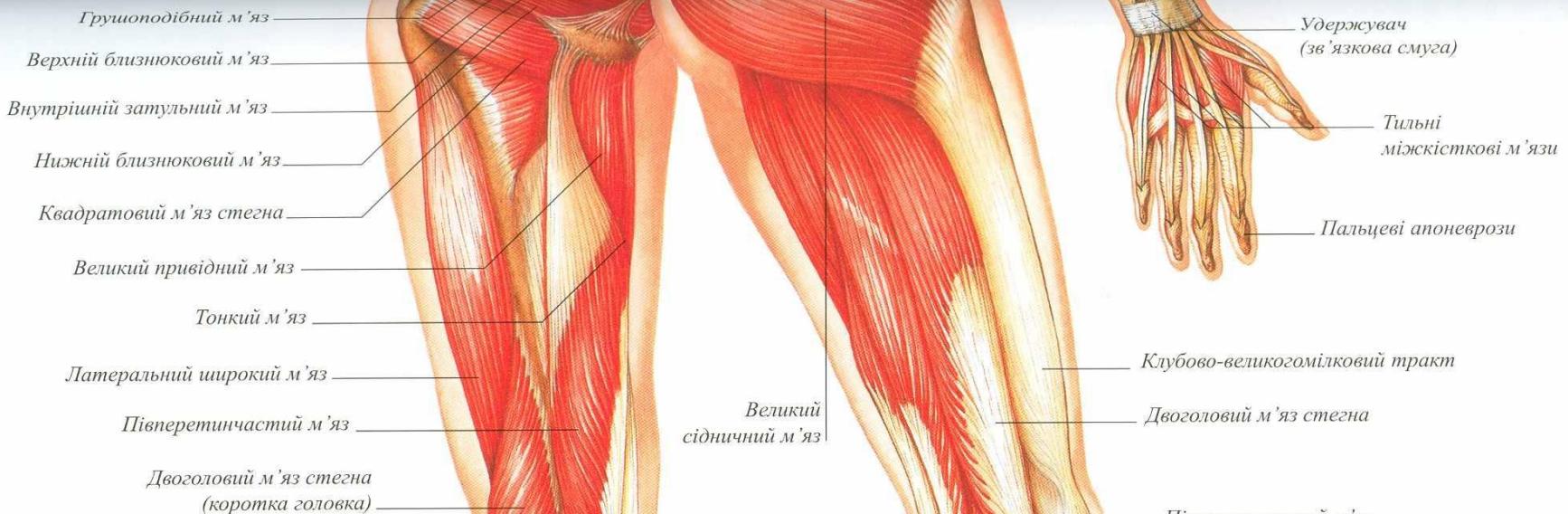
Ліктієвий м'яз

М'яз-розгинач пальців

Ліктієвий м'яз-згинач зап'ястка

Ліктієвий м'яз-розгинач зап'ястка

- Потилично-лобовий м'яз
- Скронево-тім'янний м'яз
- Коловий м'яз ока
- Півостовий м'яз голови
- Ремінний м'яз голови
- Підшкірний м'яз шиї
- Трапецієподібний м'яз
- Задній малий прямий м'яз голови
- Верхній косий м'яз голови
- Задній великий прямий м'яз голови
- Нижній косий м'яз голови
- Лопатка
- Півостовий м'яз голови
- Ремінний м'яз голови
- М'яз-підймач лопатки

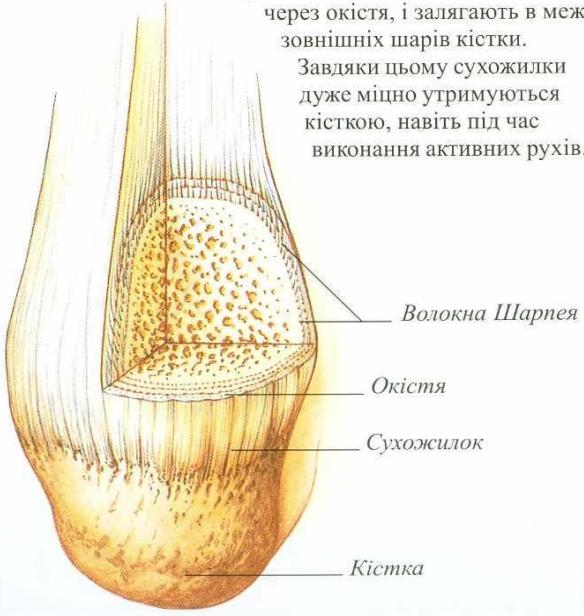


### КІСТКОВО-СУХОЖИЛКОВІ СПОЛУЧЕННЯ

Сухожилки міцно з'єднані з кістками за допомогою волокон Шарпея, які є продовженням колагенових волокон сухожилка. Вони відомі також як

проникаючі волокна, що проходять через окістя, і залягають в межах зовнішніх шарів кістки.

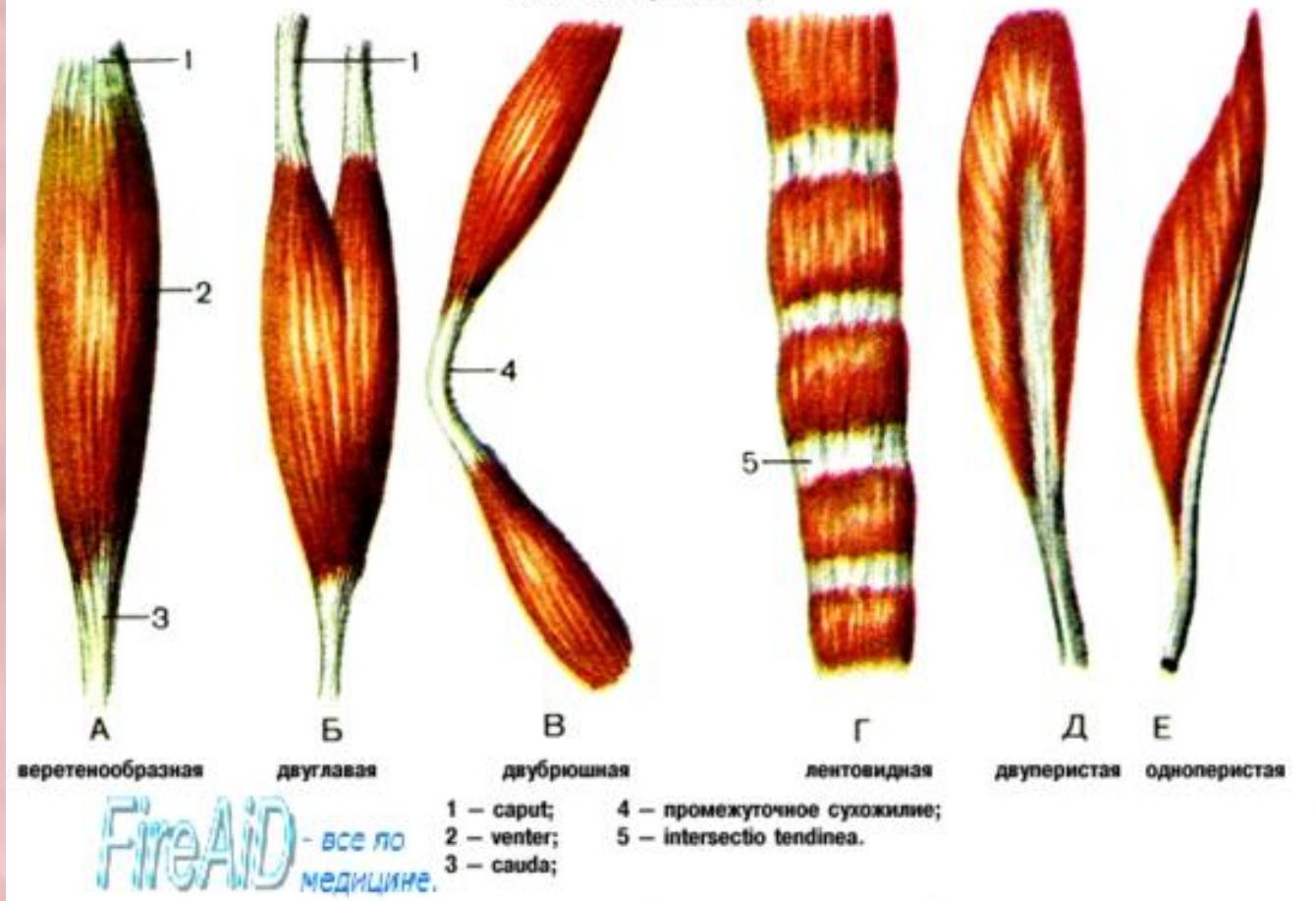
Завдяки цьому сухожилки дуже міцно утримуються кісткою, навіть під час виконання активних рухів.



Відвідний м'яз мізинця

# ФОРМЫ МЫШЦ

Рис. 109. Формы мышц.

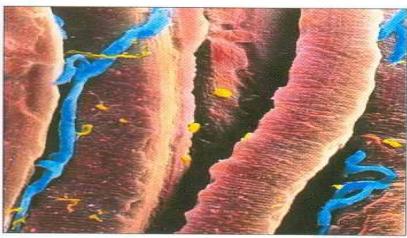


# БУДОВА І СКОРОЧЕННЯ М'ЯЗІВ

Скелетні м'язи завдяки своїй будові скорочуються від стимуляції нервовими імпульсами, тягнучи частину скелета у напрямку скорочення. Через те, що м'язи можуть тільки тягнути, а не штовхати, вони розміщені на протилежних поверхнях частин скелета. Тому рух, спричинений однією групою м'язів, можна завжди нейтралізувати протилежною їй групою м'язів.

## БУДОВА М'ЯЗА

Скелетні м'язи складаються з тісно укладених груп довгастих клітин – м'язових волокон, що утримуються разом за допомогою фіброзної сполучної тканини. Численні капіляри пронизують сполучну тканину забезпечуючи надходження великої кількості кисню і глюкози, що потрібні для скорочення м'язів.

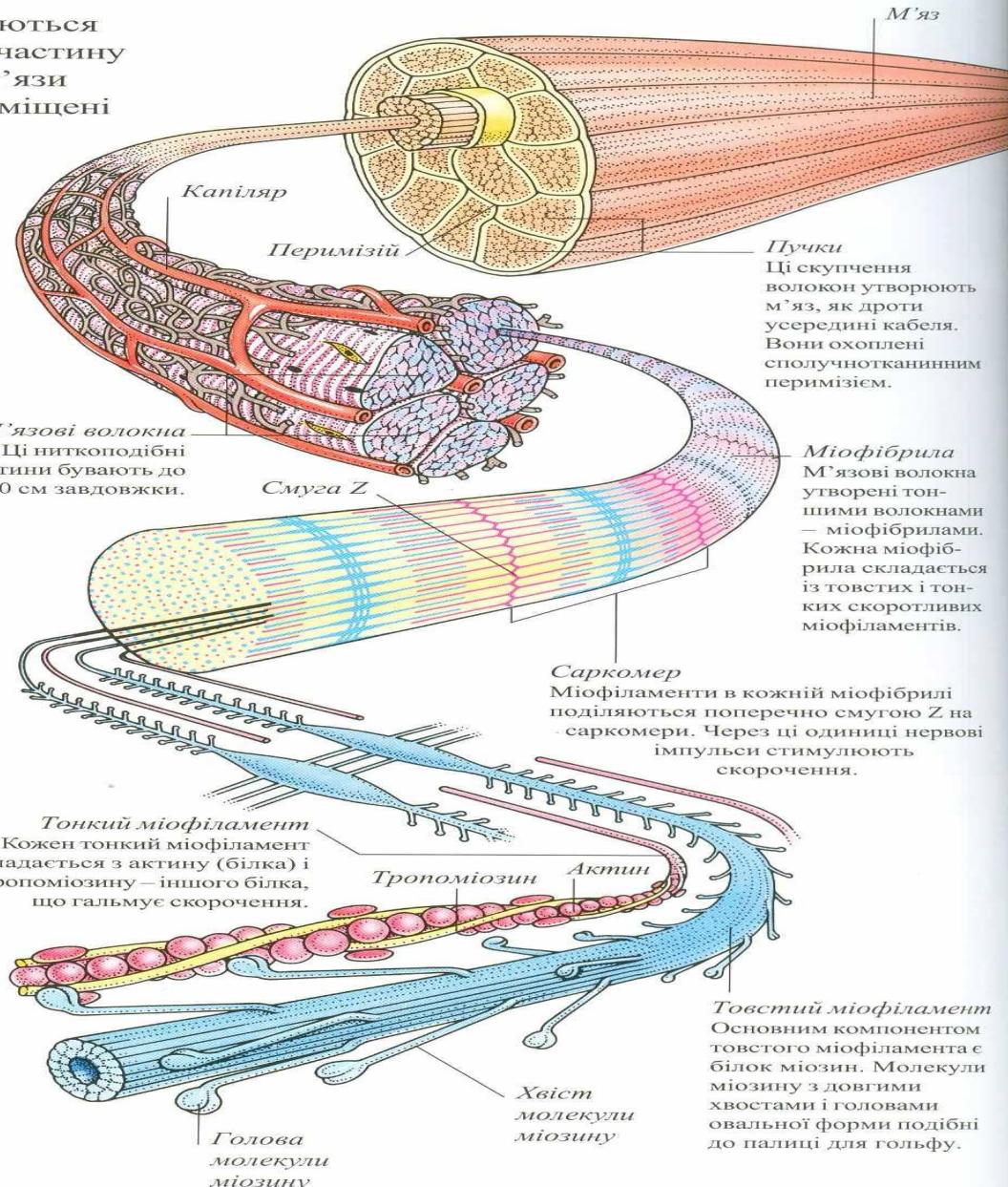


SEM x 1300

**Поперечно-смугастий м'яз**  
Чергування товстих і тонких міофіламентів надає волокнам скелетних м'язів смугастості. Тонкі трубуллярні структури – це капіляри (позначені синім).

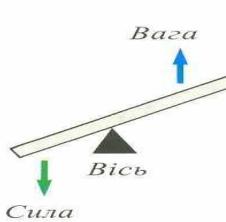
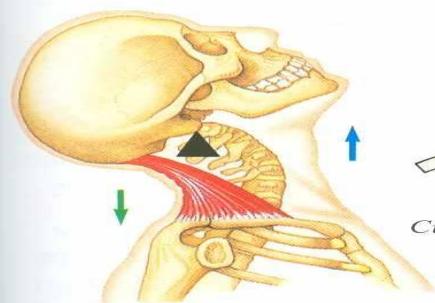


**Як м'язи скорочуються**  
У розслабленому м'язі товсті й тонкі міофіламенти дещо перекривають один одного. Коли м'яз скорочується, товсті волокна ковзають між тонкими волокнами, подібно до переплетених пальців, і притягаються ближче до смуги Z. Вкорочуються і міофібрили, і м'язові волокна. Чим більше вкорочених м'язових волокон, тим більшим є загальне скорочення м'яза.



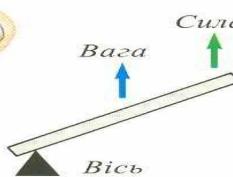
## СИСТЕМА ВАЖЕЛІВ

Більшість рухів у тілі відбуваються за законами механіки, згідно з якими сила, прикладена до одного плеча важеля, передається через вісь обертання на інше плече важеля. М'язи розвивають силу, кістки служать важелями, а суглоби – осями руху частин тіла.



### Важіль первого типу

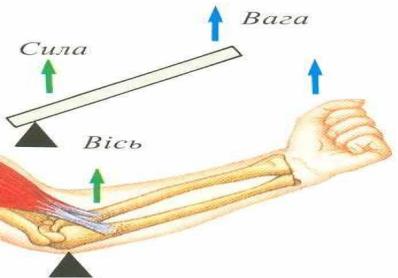
Важіль первого типу працює за принципом гойдалки, де вісь розміщена між точками прикладання сили і ваги. Прикладом є дія м'язів задньої ділянки ший, завдяки якій можна закидати голову назад. Атланто-потиличний суглоб служить при цьому віссю обертання.



### Важіль другого типу

У важелі другого типу вага діє між точкою прикладання сили і віссю.

Підймання п'яти над землею є прикладом цього типу системи. М'язи ліктки розвивають силу для підймання тіла, більша частина стопи утворює важіль, а плюсно-фалангові суглоби слугують віссю.



### Важіль третього типу

У важелі третього типу (найпоширенішому) сила прикладається між точкою дії ваги і віссю обертання. Прикладом є згинання в лікті при скороченні біцепса з метою підймання передпліччя і кисті.

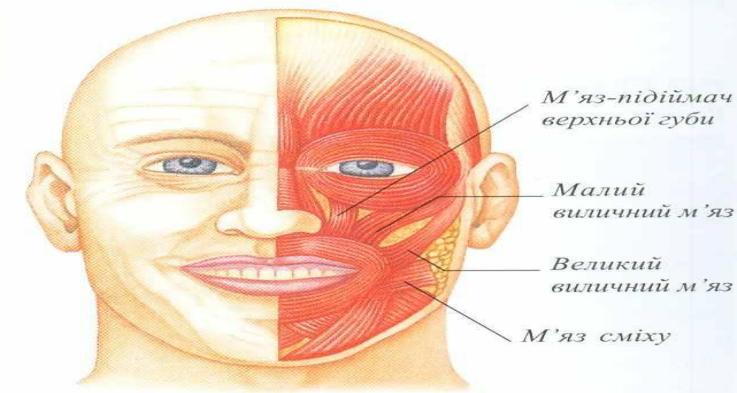


## М'язи співпрацюють

Щоб відвести руку від тулуба, передні та задні волокна дельтоподібного м'яза взаємно зрівноважують свою дію, тоді як середні волокна виконують основну функцію. М'яз, що виконує роботу, зветься агоністом, а м'яз протилежної дії, що в цей час розслаблюється, – антагоністом. Стабілізуючі м'язи відіграють важливу роль у координації м'язової діяльності.

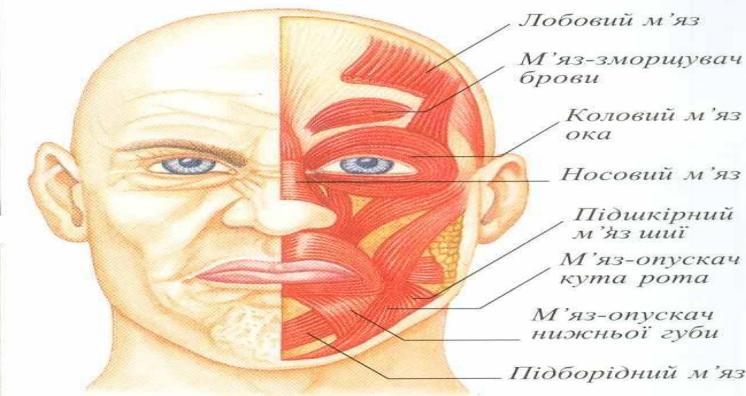
## ВИРАЗ ОБЛИЧЧЯ

Для людей та інших приматів зміни виразу обличчя є важливим засобом спілкування. Мускулатура, що забезпечує міміку, дуже складна і дає змогу відтворювати тонкі нюанси виразу обличчя. Мімічні м'язи прикріплені до шкіри, тому навіть легке їх скорочення спричиняє зміщення окремих ділянок шкіри обличчя.



### Усмішка

Усмішка – двозначний вираз, що окрім звичайного задоволення може супроводжувати різноманітні емоції. М'язи підіймають верхню губу, тягнуть кути рота додори і вбоки.



### Нездоволення

Нездоволення може бути виявом різних почуттів, зокрема гніву чи збентеження. Лобовий м'яз і м'яз-zmорщувач брови морщає чоло, носові м'язи розширюють ніздри, коловий м'яз ока звужує очну щілину. Підшкірний м'яз ший і депресори опускають нижню губу і кути рота, підборідний м'яз зморшує підборіддя.

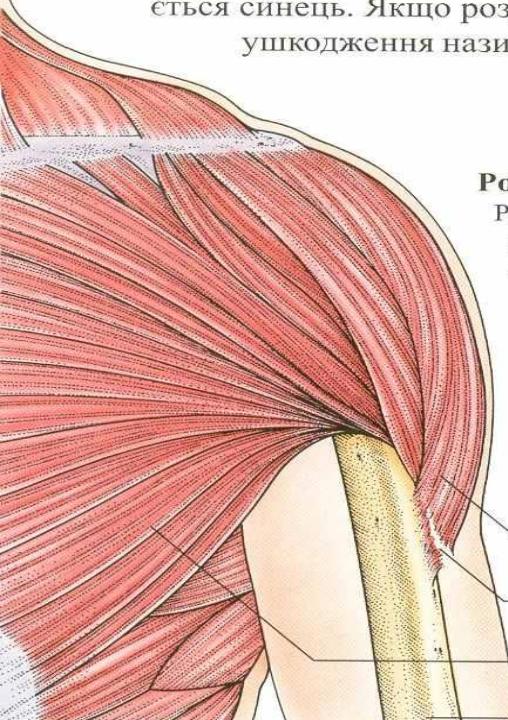
# УШКОДЖЕННЯ ТА ЗАХВОРЮВАННЯ М'ЯЗІВ

М'язи та їхні сухожилки зазвичай ушкоджуються внаслідок перенапруження під час виконання щодених обов'язків або від різких зусиль під час занять спортом. Деякі захворювання м'язів спричиняють їх слабість і прогресуючу дегенерацію.



## РОЗТЯГНЕННЯ І РОЗРИВИ М'ЯЗІВ

Розтягнення м'яза є незначним ушкодженням м'язових волокон. Крововилив всередині м'яза зумовлює чутливість і набряк, які супроводяться болючими спазмами. З'являється синець. Якщо розривається багато волокон, ушкодження називається розривом м'яза.



### Розрив м'яза

Розріваний м'яз спричиняє сильний біль і набряк. Поява крововиливу зумовлює утворення згустка крові, який слід усунути за допомогою голкової аспірації чи хірургічного дrenaжу. Енергійні рухи плеча можуть розрвати дельтоподібний чи великий грудний м'яз.

Дельтоподібний м'яз

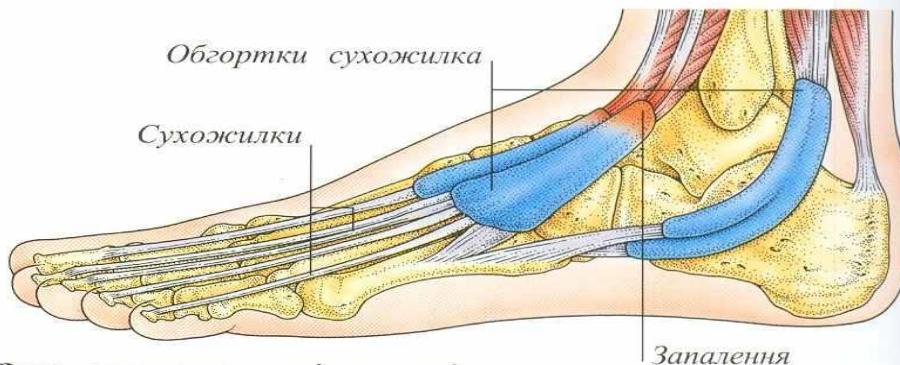
Розрив м'яза

Великий грудний м'яз

Плечова кістка

## ЗАПАЛЕННЯ СУХОЖИЛКА

Запалення сухожилка охоплює власне сухожилок (тендиніт) або внутрішній листок синовіальної обгортки, що охоплює деякі сухожилки (тендовагініт). Тендиніт виникає, якщо енергійний чи повторюваний рух створює надмірне тертя між зовнішньою поверхнею сухожилка і суміжною кісткою. Тендовагініт спричиняється перерозтягненням або тривалими одноманітними рухами.



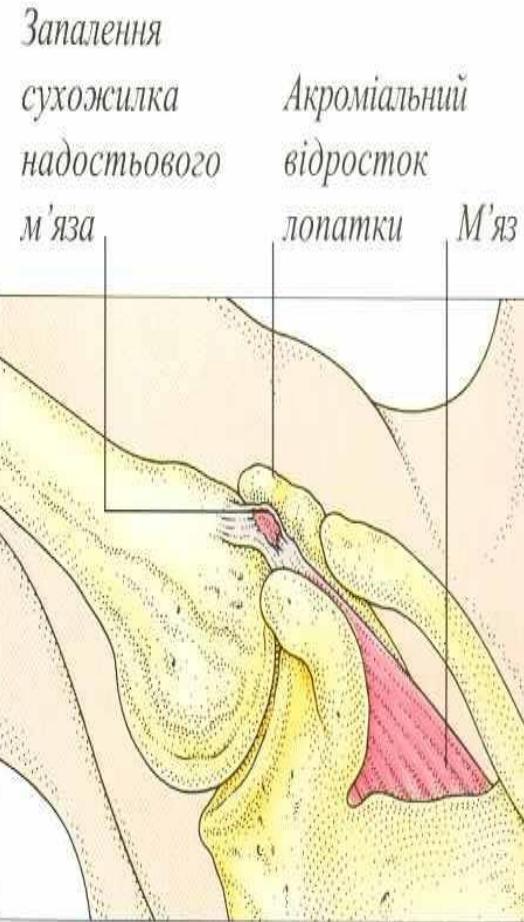
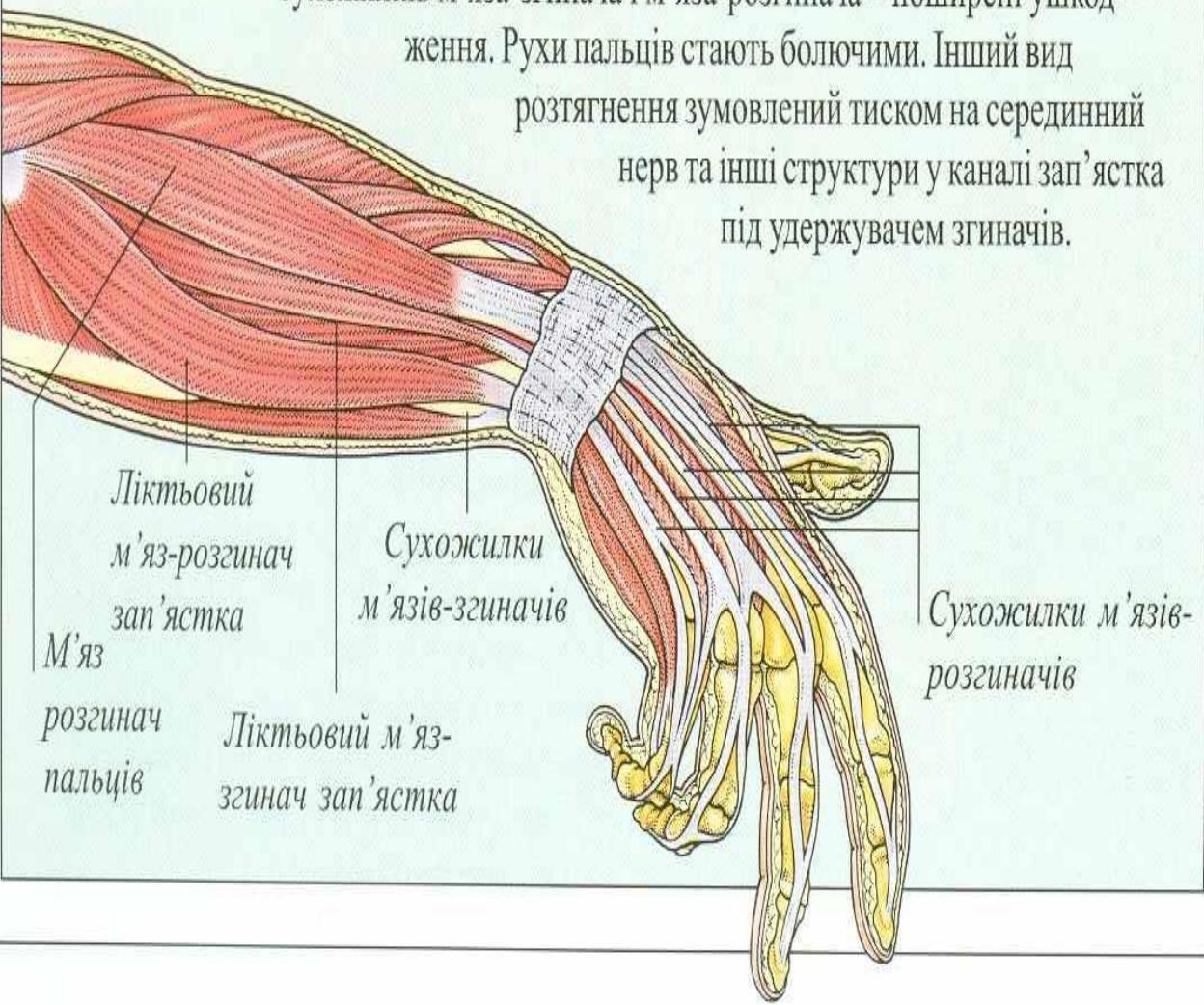
### Запалення сухожилків у стопі

Через складність будови стопи часто ушкоджуються сухожилки. Біг, копання, незgrabні чи складні рухи (наприклад, танець), а також тертя недопасованого взуття можуть спричинити запалення сухожилків. Симптоми: біль, набряк, обмеженість рухів.

Запалення

## Розтягнення

Розтягнення – стан, спричинений одноманітними рухами, що виконуються в невідповідних положеннях частин тіла. Подразнення сухожилків м'яза-згинача і м'яза-розгинача – поширені ушкодження. Рухи пальців стають болючими. Інший вид розтягнення зумовлений тиском на серединний нерв та інші структури у каналі зап'ястка під удержанням згиначів.



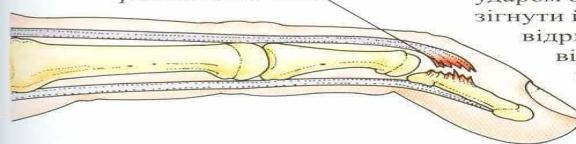
## Запалення сухожилка надостьового м'яза

Часте підймання руки під час спортивних ігор з ракеткою зумовлює тертя сухожилка надостьового м'яза об акроміальний відросток лопатки і виникнення тендініту.

# РОЗРИВИ СУХОЖИЛКІВ

Раптове сильне скорочення м'язів може спричинити значне ушкодження сухожилка і навіть його відрив від кістки. Внаслідок підіймання великого вантажу, наприклад штанги, можуть розірватись сухожилки, двоголового м'яза плеча або основний сухожилок передньої частини стегна (сухожилок чотириголового м'яза).

Розрив сухожилка розгинача



**Розрив сухожилка пальця**  
Твердий предмет (важкий м'яч), ударом об кінчик пальця, може зігнути його вперед, спричиняючи відрив сухожилка розгинача від місця прикріплення. У цьому випадку потрібна іммобілізація пальця на декілька місяців або хірургічна корекція.

## ОПЕРАЦІЯ

### РОЗРИВ АХІЛЛОВА СУХОЖИЛКА

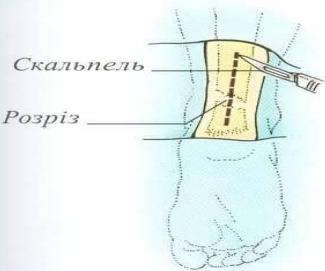
При надриві ахіллового сухожилка можливе загоєння за умови іммобілізації та фізіотерапевтичних процедур. Повний розрив потребує хірургічного втручання і тривалого періоду одужання (кілька місяців). Ахіллів сухожилок часто розривається у тенісистів у момент різкого підняття п'ятої під час подачі. Високим є ризик такого розриву у спринтерів при раптовому скороченні літкового м'яза.

#### Локалізація сухожилка

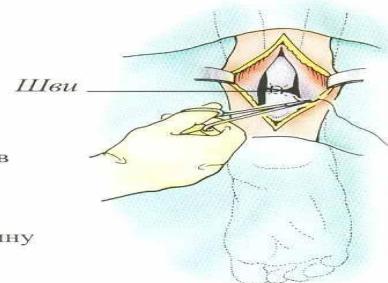
Ахіллів сухожилок іде від основи літкового м'яза гомілки до п'яткової кістки. При розриві сухожилка хворий не може підняти п'яту.



1 При розриві сухожилка хірург спочатку накладає джут навколо стегна, щоб зменшити кровообіг в ушкоджений ділянці. Над місцем розриву він виконує розріз, який забезпечує доступ до відокремлених кінців сухожилка.



2 Після видалення згустків крові та ушкодженої тканини зшивання кінців сухожилка. Для укріплення іноді використовують тканину інших сухожилків.

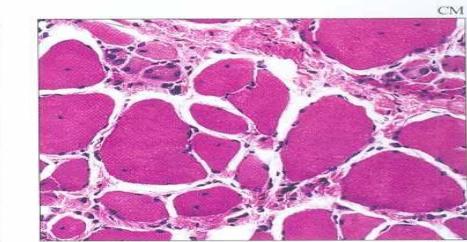
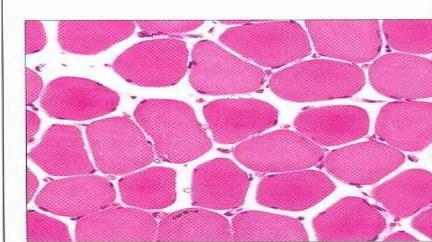


# М'ЯЗОВА ДИСТРОФІЯ

Термін "м'язова дистрофія" означає групу захворювань, зазвичай спадкових, при яких спостерігається швидка дегенерація скелетних м'язів. Основні симптоми: прогресуюча дегенерація м'язової тканини та втрата її функції. Ефективних методів лікування не існує. Однак вправи на зміцнення м'язів та операції з метою усунення стійкого скорочення м'язів і сухожилків можуть полегшити стан хворого.

## ДІАГНОСТИКА

Діагноз підтверджують за наявності у хворого симптомів та родинного анамнезу. Лабораторні дослідження – генетичний скринінг та аналіз крові з метою виявлення ферменту, що виділяється ушкодженим м'язом. Застосовують також біопсію м'яза та записують його електричну активність.



#### Біопсія м'язів

Шматочок тканини видаляють за допомогою спеціальної голки або скальпеля та досліджують під мікроскопом. На малюнку праворуч зображена дегенерація м'язових волокон, характерна для м'язової дистрофії.

## МІАСТЕНІЯ

Це автоімунне захворювання характеризується вираженою слабістю та втомлюваністю м'язів. При цій патології в організмі утворюються антитіла, що поступово зменшують у м'язах кількість рецепторів, які забезпечують скорочення м'язів. Розвиткові захворювання сприяє порушення функції тимуса. Таким хворим зазвичай видаляють тимус і призначають імунодепресивні ліки.

#### Ураження м'язів

Ранніми симптомами є двоїння в очах та опущення повік внаслідок слабості м'язів лиця.

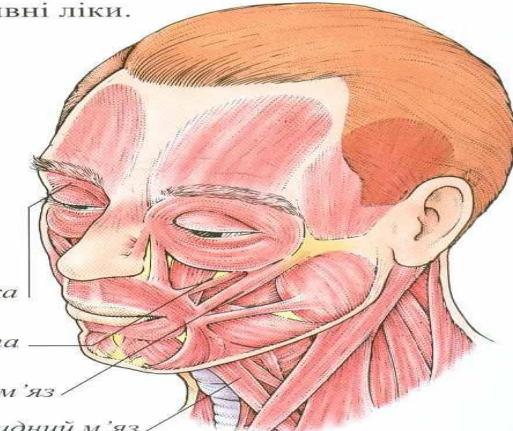
При ураженні певних м'язів порушуються жування та ковтання. Зміни можуть поширюватися на м'язи верхніх і нижніх кінцівок.

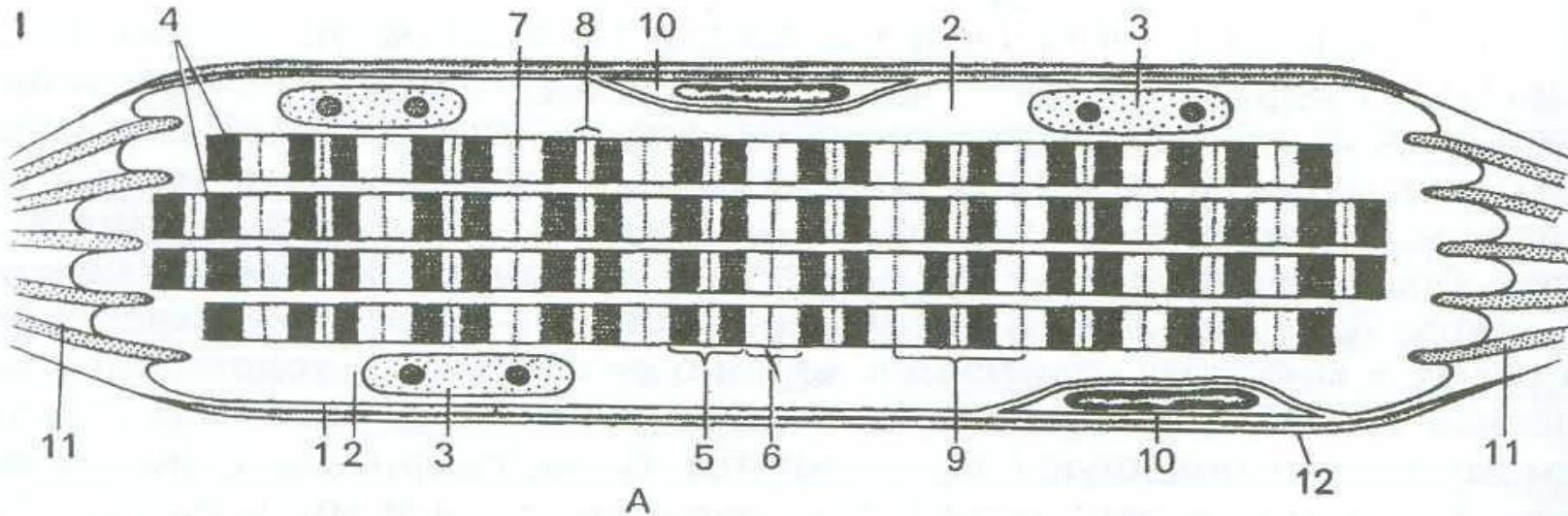
Коловий м'яз ока

М'яз-підіймач кута рота

Виличний м'яз

Грудино-щитовидний м'яз

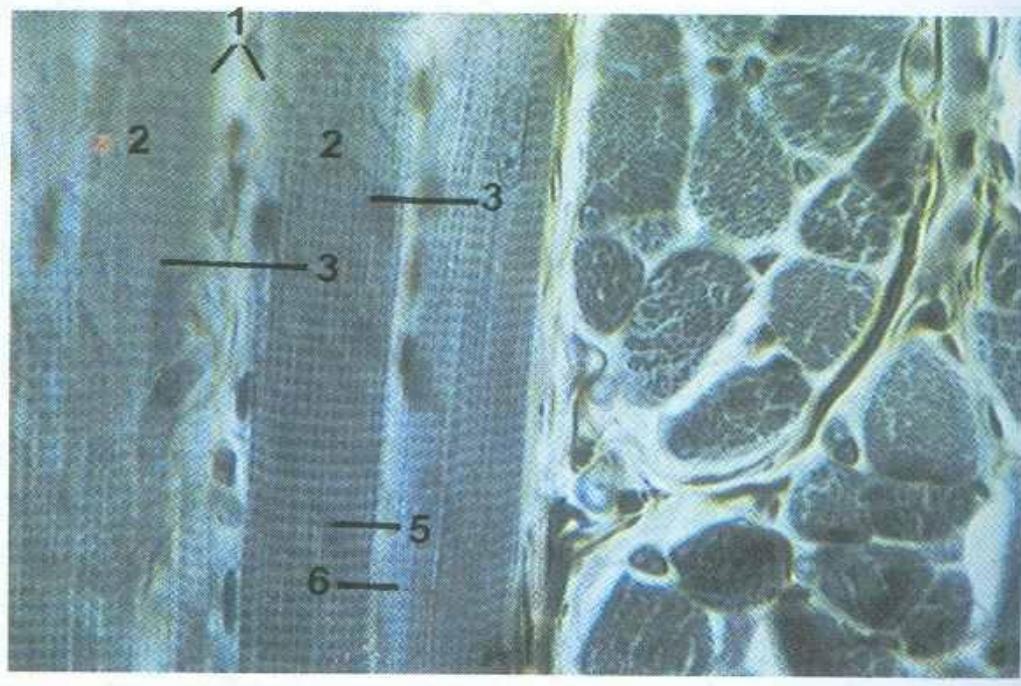




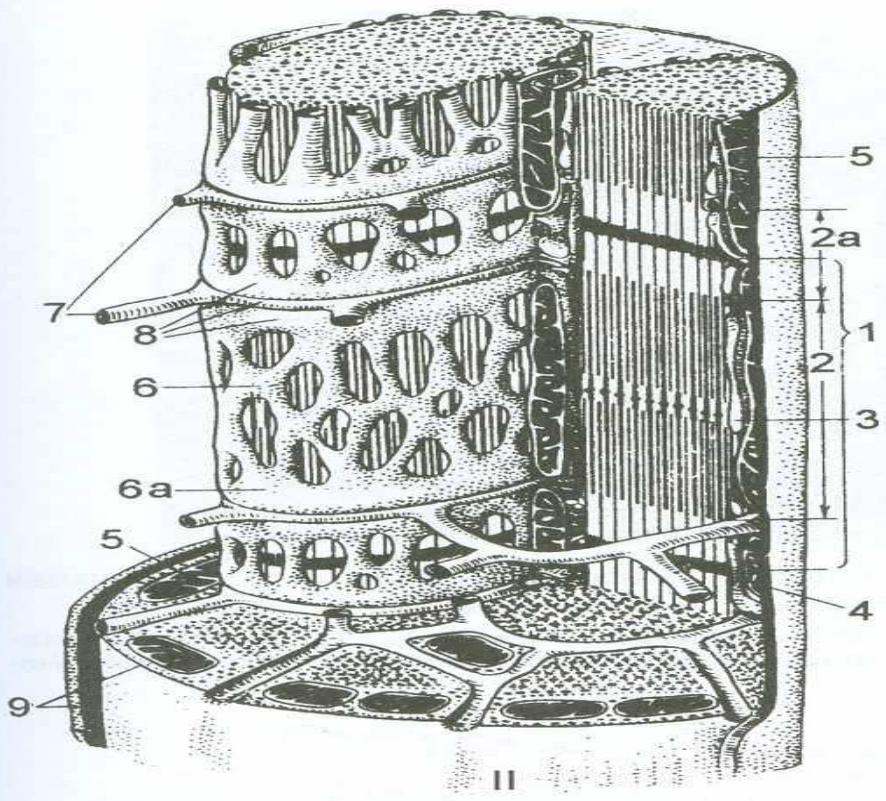
A

**Рис. 118.** Скелетное мышечное волокно (миосимпласт).

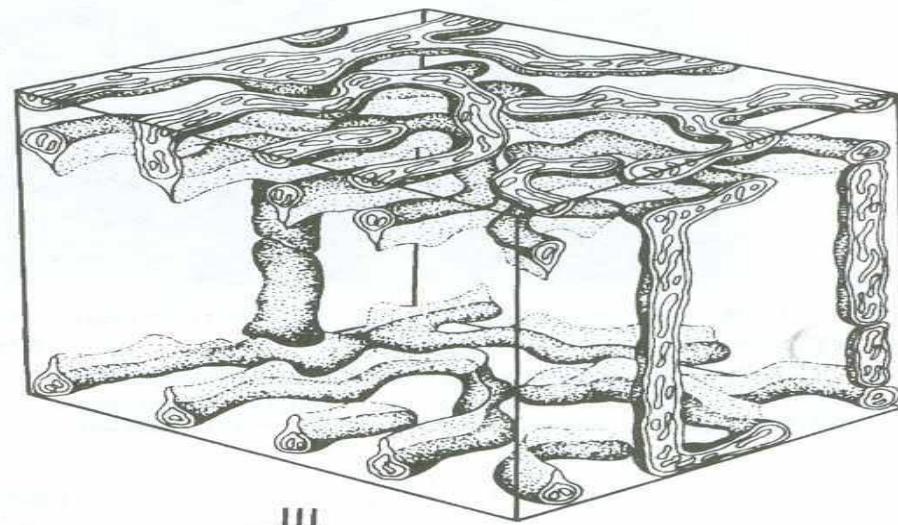
I — строение мышечного волокна на светооптическом уровне. А — схема, Б — микрофотография. 1 — плазмолемма; 2 — саркоплазма; 3 — ядра миосимпласта; 4 — миофибриллы; 5 — анизотропный диск (полоска A); 6 — изотропный диск (полоска i); 7 — телофрагма (линия Z); 8 — светлая зона (полоса H), в середине которой проходит мезофрагма (линия M); 9 — саркомер; 10 — миосателлитоцит; 11 — сухожильные волокна; 12 — базальная мембрана (по А. Н. Студитскому).



Б



II



III



IV

**Рис. 118. Продолжение.**

II — схема ультрамикроскопического строения миосимпласта (по Р. Кристичу с изменением). 1 — саркомер; 2 — анизотропный диск (полоска А); 2а — изотропный диск (полоска I); 3 — линия М (мезофрагма) в середине анизотропного диска; 4 — линия З (телефрагма) в середине изотропного диска; 5 — митохондрии; 6 — саркоплазматическая сеть; 6а — конечная цистерна; 7 — поперечная трубочка (Т-трубочка); 8 — триада; 9 — сарколемма; III — схема пространственно-го расположения митохондрий в мышечном волокне. Верхняя и нижняя плоскости рисунка ограничивают анизотропный диск саркомера (по Л. В. Бакаевой, В. П. Скулачеву, Ю. С. Ченцову); IV — эндомизий. Сканирующая электронная микрофотография,  $\times 2600$  (препарат Ю. А. Хорошкова). 1 — мышечные волокна; 2 — коллагеновые фибрillы.

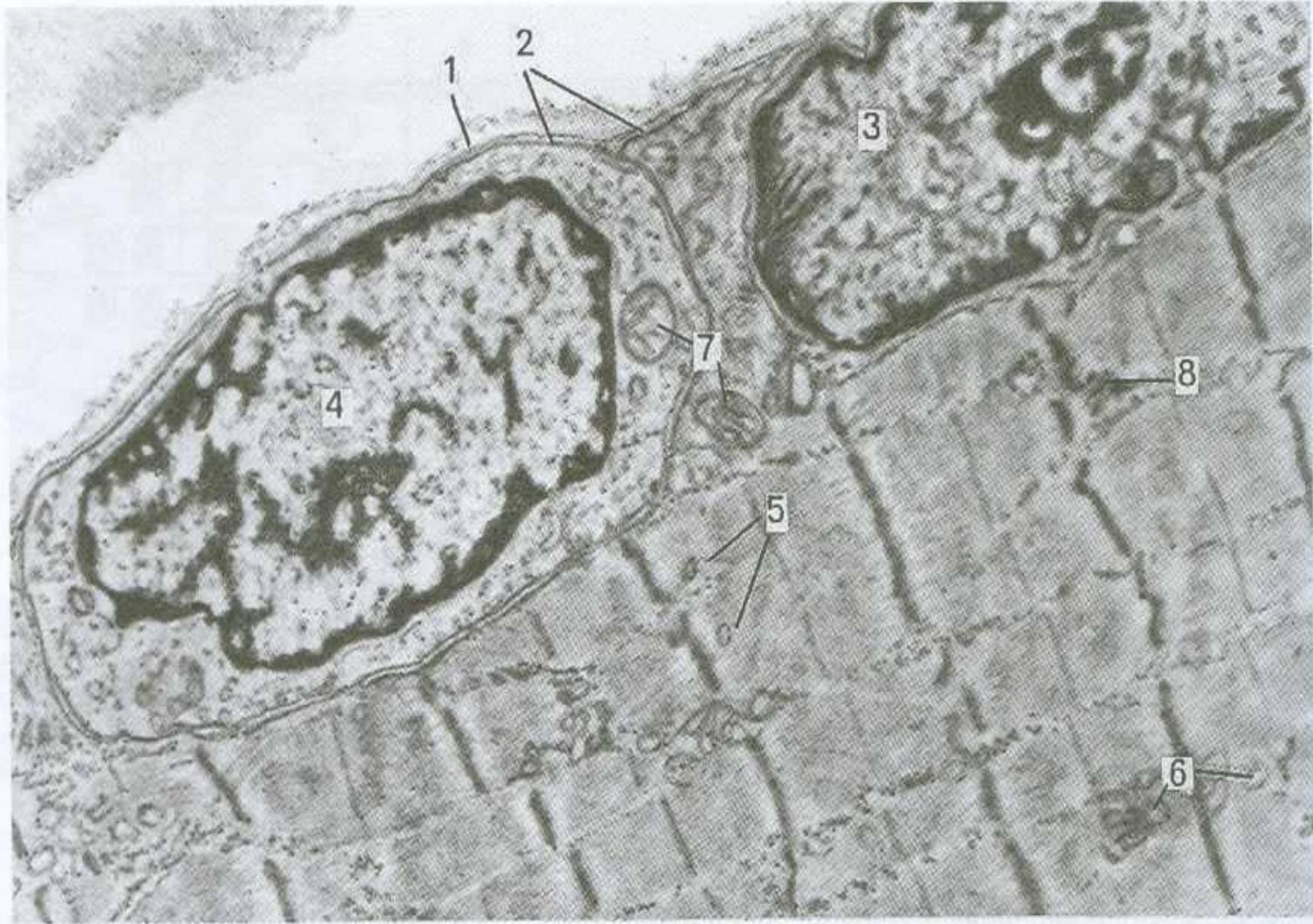
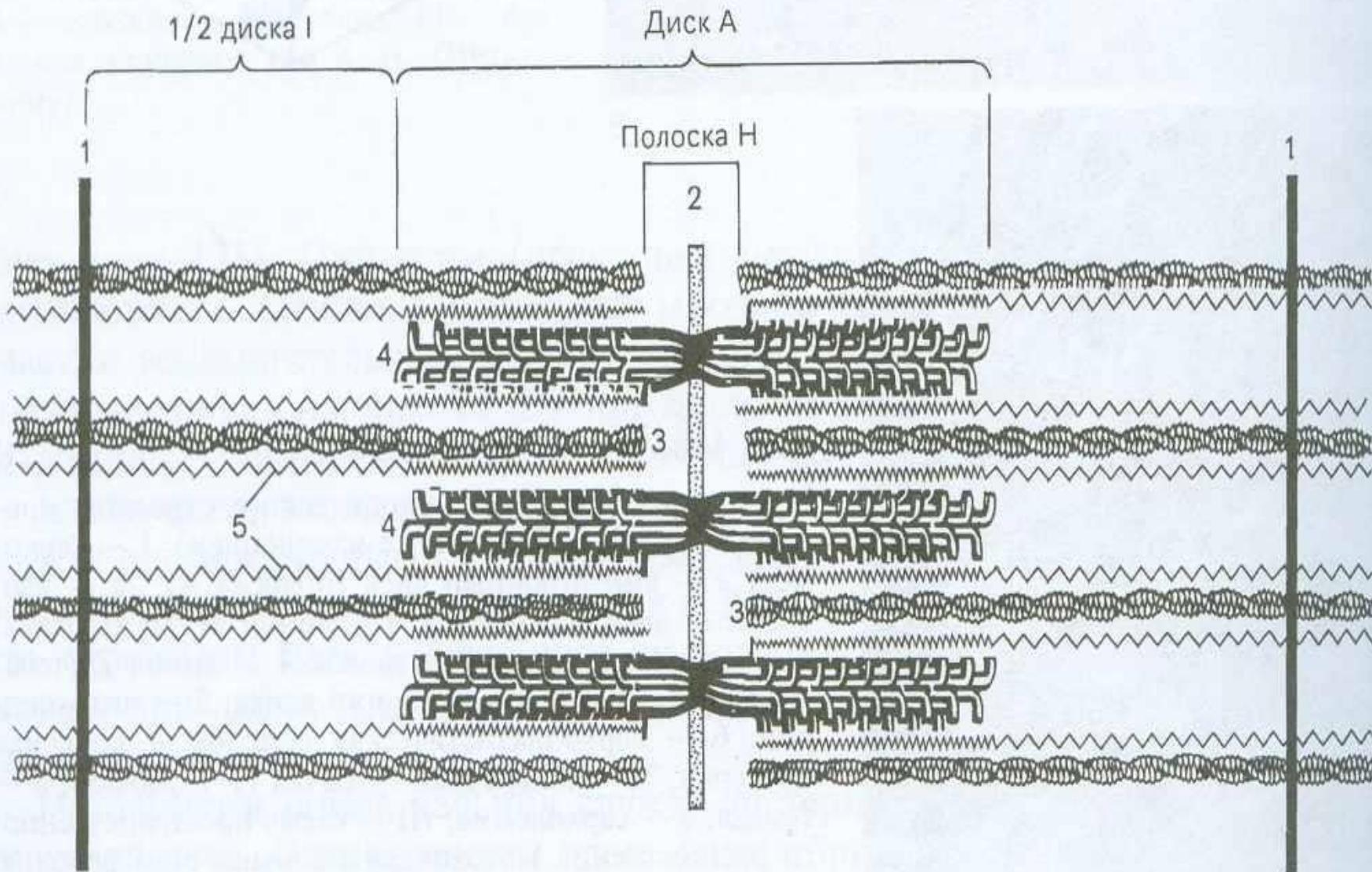


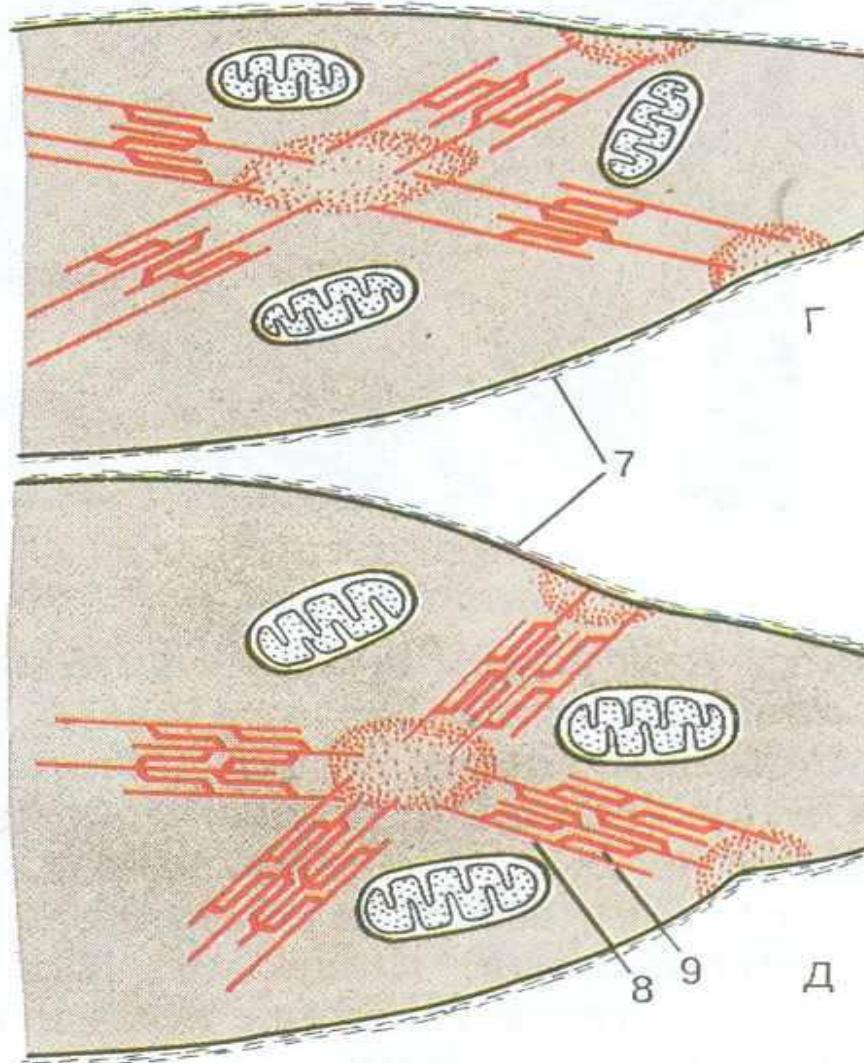
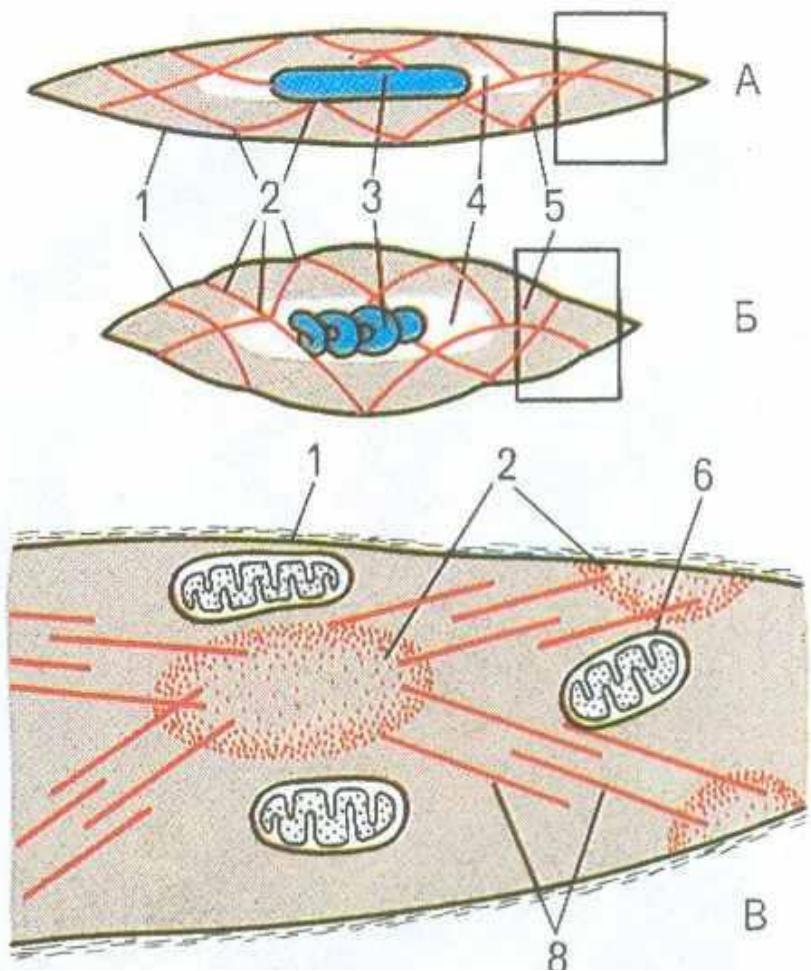
Рис. 119. Поверхностный участок миосимпласта и миосателлитоцит. Электронная микрофотография (препарат В. Л. Горячкиной и С. Л. Кузнецова).

1 — базальная мембрана; 2 — плазмолемма; 3 — ядро миосимпласта; 4 — ядро миосателлитоцита; 5 — миофибриллы; 6 — каналцы агранулярной эндоплазматической (саркоплазматической) сети; 7 — митохондрии; 8 — гликоген.



**Рис. 120.** Саркомер (схема).

1 — линия Z; 2 — линия M; 3 — филаменты актина; 4 — филаменты миозина; 5 — фибрillлярные молекулы титина (по Б. Албертс, Д. Брей, Дж.Льюис и др., с изменениями).



**Рис. 125. Строение гладкого (неисчерченного) миоцита (схема).**

А, В — при расслаблении; Б, Д — при наибольшем сокращении; Г — при неполном сокращении. 1 — цитолемма; 2 — плотные тельца; 3 — ядро; 4 — эндоплазма; 5 — сократительные комплексы; 6 — митохондрии; 7 — базальная мембрана; 8 — актиновые (тонкие) миофиламенты; 9 — миозиновые (толстые) миофиламенты. В, Г, Д — увеличенные изображения участков, обведенных рамками на фрагментах А и Б.

## Мышца

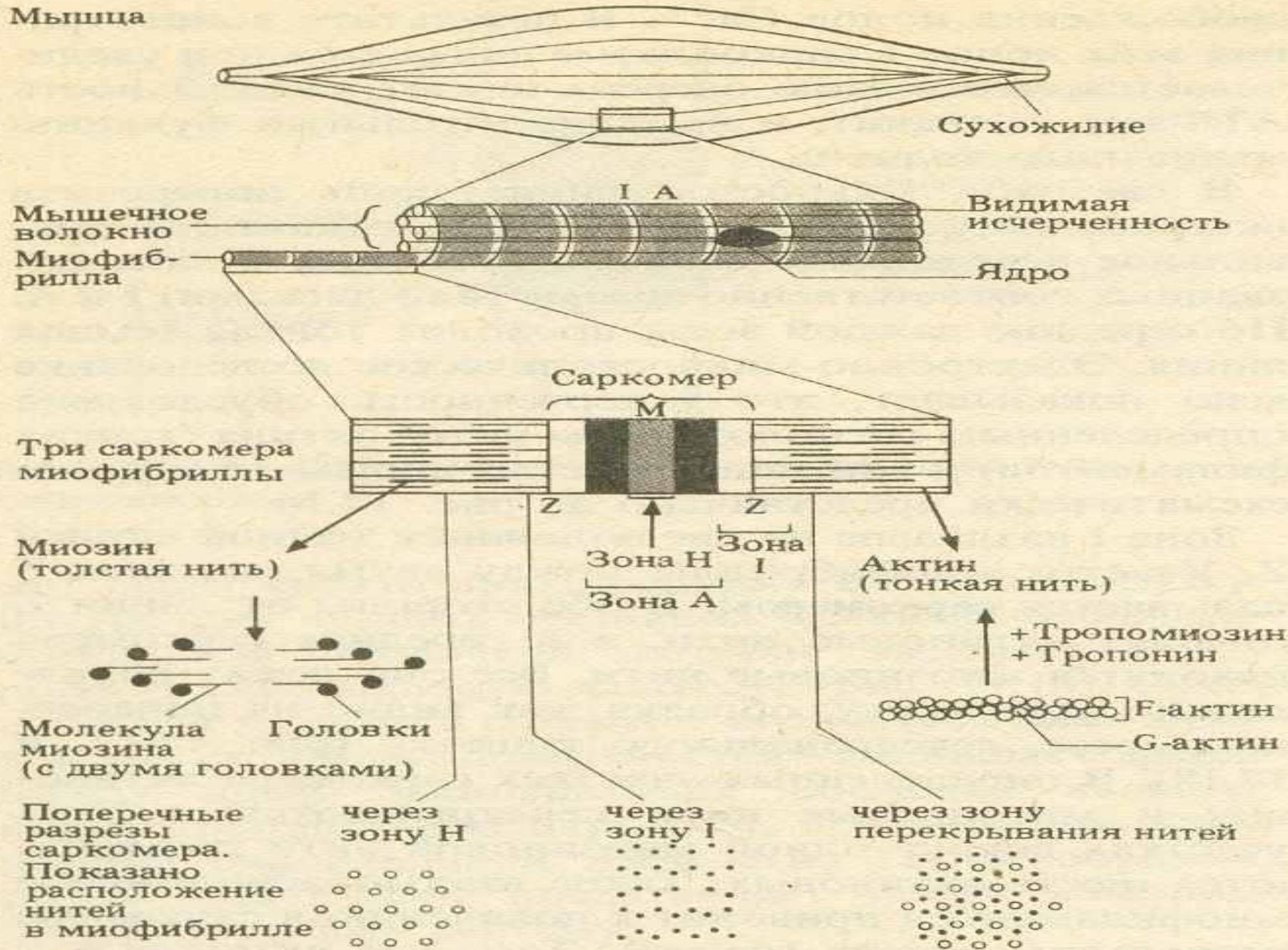
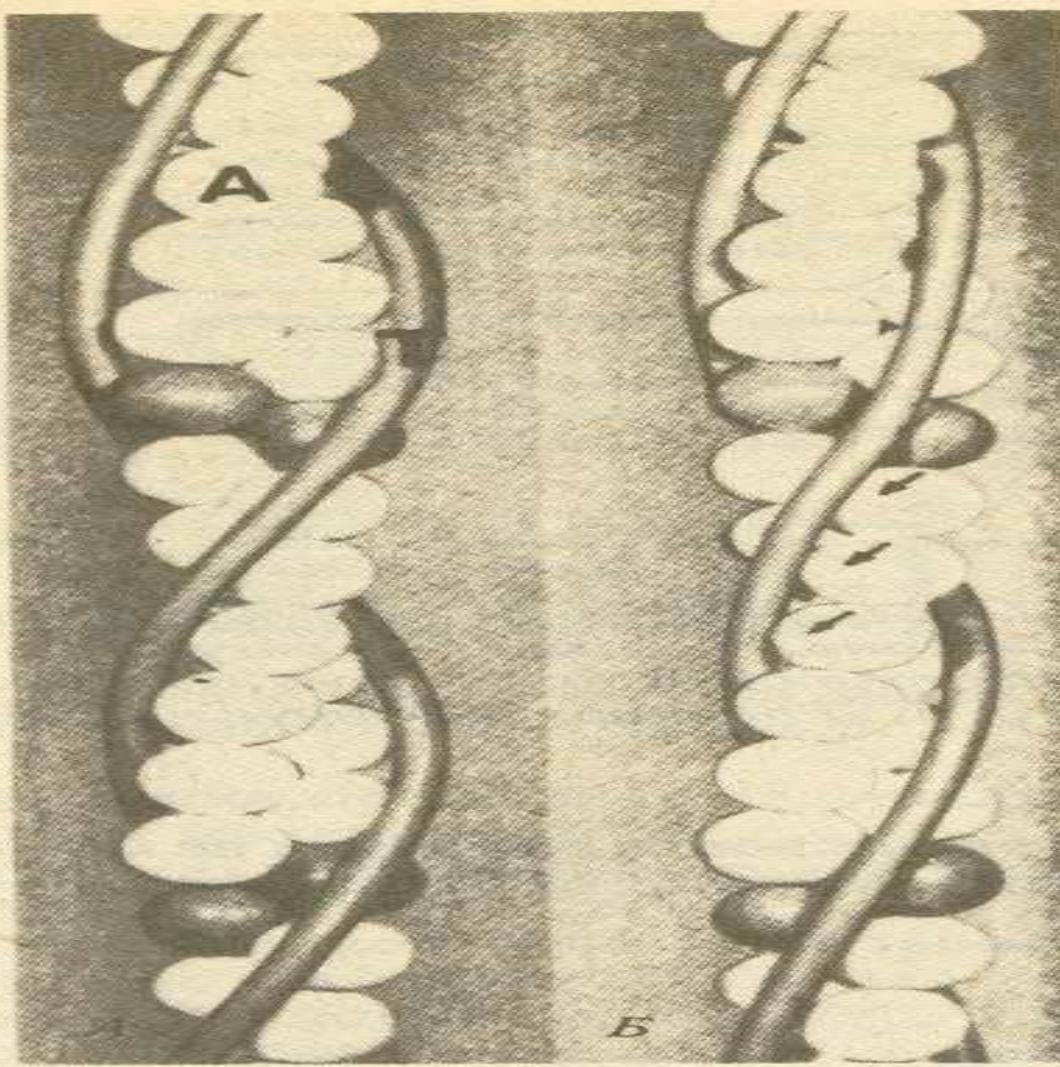
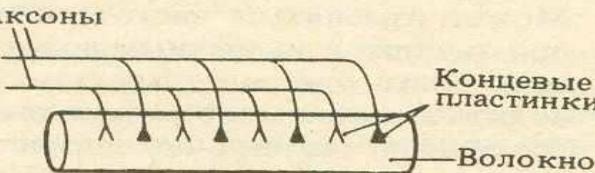


Рис. 17.16. Ультраструктура скелетного мышечного



**Рис. 17.19.** Изменение структуры актиновых нитей. А. «Выключенное» состояние при низком уровне  $\text{Ca}^{2+}$ ; тропомиозин блокирует участки связывания миозина с актином. Б. «Включенное» состояние при высоком уровне  $\text{Ca}^{2+}$ ; тропомиозин смещается, обнажая участки связывания с миозином (указаны стрелками). А—актин; Т—тропомиозин. Тропонин не показан, он расположен ближе к субъединицам актина, изображенными серыми.

**Таблица 17.4 Строение, локализация и общие свойства быстрых и медленных мышечных волокон**

	<i>Медленные (тонические) волокна</i>	<i>Быстрые (фазические) волокна</i>
<b>Строение</b>	<p><b>Много митохондрий</b>  <b>Саркоплазматический ретикулум развит слабо</b>  <b>Красные — из-за присутствия миоглобина и цитохромовых пигментов</b>  <b>Содержание гликогена невелико</b>  <b>Тесный контакт волокон с капиллярами для ускорения обмена веществами</b>  <b>В глубоких слоях мышц конечностей</b>  <b>Тонкие нервные волокна 5 мкм в диаметре</b>  <b>На одном мышечном волокне несколько концевых пластинок (это называется мульттерминальной иннервацией)</b></p>	<p><b>Мало митохондрий</b>  <b>Саркоплазматический ретикулум хорошо развит</b>  <b>Белые — миоглобина и цитохромовых пигментов мало или нет вовсе</b>  <b>Обилие гликогеновых гранул</b></p>
<b>Расположение</b>		
<b>Иннервация</b>		<p><b>Ближе к поверхности</b>  <b>Толстые нервные волокна 10—20 мкм в диаметре</b>  <b>Обычно на одном мышечном волокне одна концевая пластинка (могут быть две)</b></p> 
	<b>Аксонны</b>	
<b>Возбудимость</b>	<p><b>Скорость проведения импульса 2—8 м · с<sup>-1</sup></b>  <b>Мембрана не обладает электрической возбудимостью.</b> Каждый импульс приводит к высвобождению лишь небольшого количества ацетилхолина. Таким образом, степень деполяризации мембранны зависит от частоты стимуляции</p>	<p><b>Скорость проведения 8—40 м · с<sup>-1</sup></b>  <b>Мембрана обладает электрической возбудимостью.</b> Когда возникает потенциал действия, развивается ответ типа «всё или ничего»</p>
<b>Тип ответа</b>	<p><b>Медленное градуальное сокращение.</b> Медленное расслабление (приблизительно в 100 раз медленнее, чем у быстрых волокон)</p>	<p><b>Быстрое сокращение</b> (в три раза быстрее, чем у медленных волокон). Довольно быстрое утомление</p>
<b>Физиологическая активность</b>	<p><b>Источник АТФ — аэробное дыхание</b>  <b>Многие волокна при недостатке О<sub>2</sub> продолжают работать за счет анаэробного гликолиза;</b> в этом случае образуется молочная кислота и создается кислородная задолженность  <b>По мере окисления дыхательного субстрата мобилизуются резервные углеводы и жиры</b>  <b>Тепло отводится от мышцы по мере его выработки</b></p>	<p><b>Источник АТФ — анаэробные процессы (гликолиз)</b>  <b>Быстро создается кислородная задолженность</b></p>
	<b>Устанавливается равновесие между работой мышцы и ее потребностями</b>	<b>В качестве дыхательного субстрата интенсивно используется гликоген</b>
<b>Функция</b>	<p><b>Обеспечивают длительное сокращение мышцы; это используется для поддержания позы</b></p>	<p><b>Тепло поглощается волокнами, так как кровеносная система не обеспечивает его быстрого отведения</b>  <b>Мышца некоторое время сокращается и тогда, когда кровеносная система не успевает обеспечить дополнительную доставку кислорода</b>  <b>Обеспечивают немедленное быстрое сокращение, когда кровеносная система еще только приспосабливается к новому уровню мышечной активности; поэтому очень важны при локомоции</b></p>

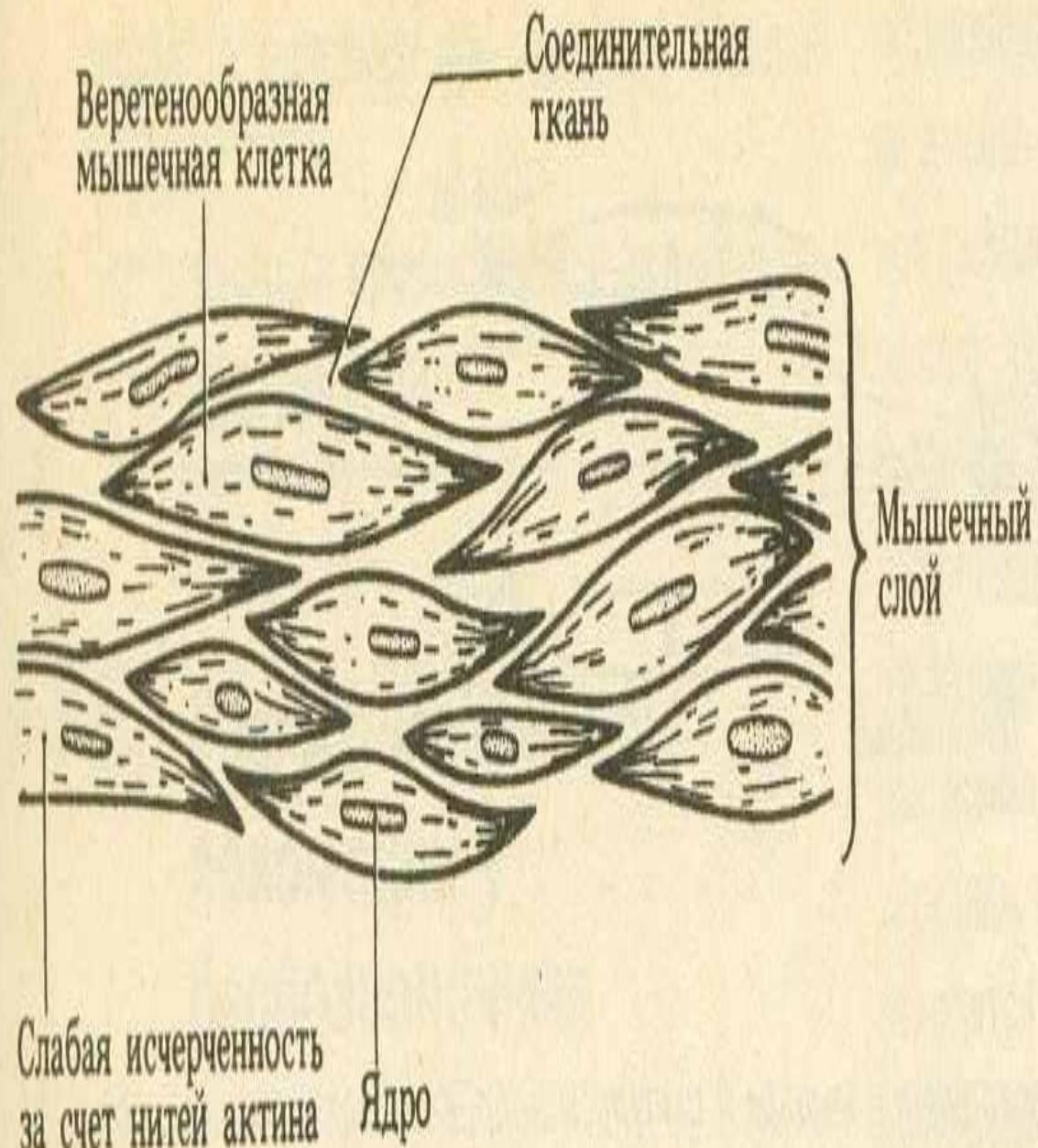


Рис. 17.27. Гладкая мышца позвоночного.

## Таблица 16.14. Физиологические эффекты адреналина и норадреналина

---

---

- Расширяют зрачки
  - Заставляют волосы вставать дыбом
  - Расширяют бронхиолы, улучшая таким образом легочную вентиляцию
  - Угнетают перистальтику и пищеварение
  - Препятствуют сокращению мочевого пузыря
  - Увеличивают силу и частоту сокращений сердца
  - Вызывают генерализованное сужение кровеносных сосудов
  - Повышают кровяное давление
  - Стимулируют превращение гликогена в глюкозу в печени
  - Снижают пороги реакции органов чувств
  - Повышают настороженность
- 
-